

# EGR CONTROLLER FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Patent number: JP2003166445  
Publication date: 2003-06-13  
Inventor: YOKOYAMA HITOSHI; UEMATSU YUTAKA  
Applicant: ISUZU MOTORS LTD  
Classification:  
- international: F02B23/06; F02D21/08; F02D35/00; F02B3/06;  
F02M25/07; F02B23/02; F02D21/00; F02D35/00;  
F02B3/00; F02M25/07; (IPC1-7): F02M25/07;  
F02D21/08; F02D41/04; F02D43/00  
- european: F02B23/06Q; F02D21/08B; F02D35/00B  
Application number: JP20010364638 20011129  
Priority number(s): JP20010364638 20011129

Also published as:

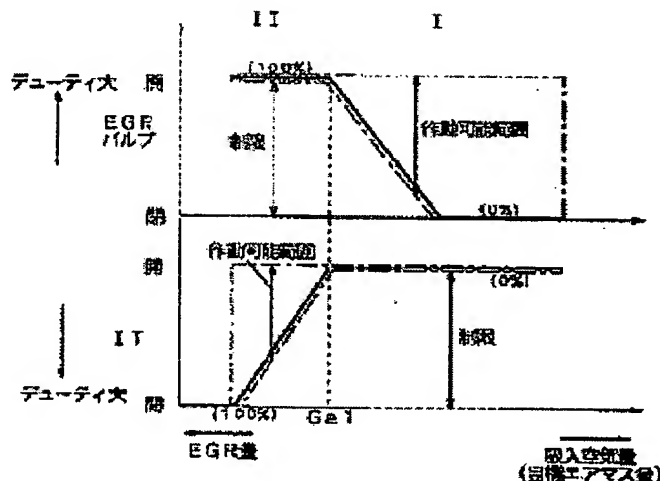
EP1316702 (A2)  
US6725832 (B2)  
US2003098014 (A1)  
EP1316702 (A3)

Report a data error here

## Abstract of JP2003166445

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To ensure satisfactory controllability and prevent a shock caused when switching from the control on one side to the control on the other side when performing feedback control of both of an EGR valve and an intake throttle valve.

**SOLUTION:** An EGR controller for an internal combustion engine is provided with the EGR valve, the intake throttle valve, a feedback control means for feedback-controlling the EGR valve and the intake throttle valve so that actual EGR amount approaches an EGR amount which becomes the target corresponding to an engine operation condition, and a restriction means for restricting scopes of degree of opening in which the EGR valve and the intake throttle valve can operate in accordance with the EGR amount which becomes the target, respectively. The valve on one side is feedback-controlled even during EGR control by the valve on the other side, target degree of opening is incessantly calculated, and actual operation is merely restricted. Consequently, the operation is started from the optimum degree of opening even when switched to the control by the valve on the other side to prevent a shock caused when switching. COPYRIGHT: (C)2003,JPO



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-166445

(P2003-166445A)

(43)公開日 平成15年6月13日(2003.6.13)

(51)IntCl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
F 0 2 M 25/07	5 5 0	F 0 2 M 25/07	5 5 0 F 3 G 0 6 2
			5 5 0 R 3 G 0 8 4
F 0 2 D 21/08	3 0 1	F 0 2 D 21/08	3 0 1 A 3 G 0 9 2
			3 0 1 D 3 G 3 0 1
41/04	3 6 0	41/04	3 6 0 C
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 11 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2001-364638(P2001-364638)

(22)出願日 平成13年11月29日(2001.11.29)

(71)出願人 000000170

いすゞ自動車株式会社

東京都品川区南大井6丁目26番1号

(72)発明者 横山 仁

神奈川県藤沢市土棚8番地 株式会社い

すゞ中央研究所内

(72)発明者 上松 豊

神奈川県藤沢市土棚8番地 株式会社い

すゞ中央研究所内

(74)代理人 100068021

弁理士 網谷 信雄

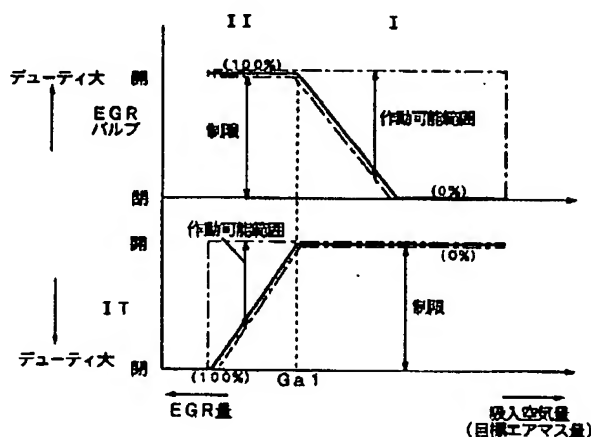
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃機関のEGR制御装置

(57)【要約】

【課題】 EGRバルブと吸気絞り弁とを両方フィードバック制御する場合において、良好な制御性を確保し、一方の制御から他方の制御に切り換わったときの切換えショックを防止する。

【解決手段】 EGRバルブと、吸気絞り弁と、実際のEGR量がエンジン運転状態に応じた目標となるEGR量に近づくようEGRバルブと吸気絞り弁とをフィードバック制御するフィードバック制御手段と、上記目標となるEGR量に応じてEGRバルブと吸気絞り弁との作動可能な開度範囲をそれぞれ制限する制限手段とを備える。一方の弁によるEGR制御中にも他方の弁がフィードバック制御され目標開度が絶えず計算されており、その実際の作動が制限されるだけなので、他方の弁による制御に切り換わった際にも最適開度から作動を開始でき、切換えショックが防止できる。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 エンジンの吸気通路と排気通路とを連通する EGR 通路に設けられた EGR バルブと、上記吸気通路に設けられた吸気絞り弁と、実際の EGR 量がエンジン運転状態に応じた目標となる EGR 量に近づくよう、上記 EGR バルブと上記吸気絞り弁とをフィードバック制御するフィードバック制御手段と、上記目標となる EGR 量に応じて、上記 EGR バルブと上記吸気絞り弁との作動可能な開度範囲をそれぞれ制限する制限手段とを備えたことを特徴とする内燃機関の EGR 制御装置。

【請求項 2】 上記制限手段は、上記目標となる EGR 量が所定範囲にあるとき、上記 EGR バルブと上記吸気絞り弁との双方の開度が所定開度範囲内で可変となるよう制限を行う請求項 1 記載の内燃機関の EGR 制御装置。

【請求項 3】 上記制限手段は、上記 EGR バルブと上記吸気絞り弁との一方の作動可能な開度範囲を、上記フィードバックによって得られた他方の目標開度に応じて互いに制限し合う請求項 1 又は 2 記載の内燃機関の EGR 制御装置。

【請求項 4】 上記制限手段は、上記 EGR バルブと上記吸気絞り弁との双方の作動可能な開度範囲を所定のマップに従って決定する請求項 3 記載の内燃機関の EGR 制御装置。

【請求項 5】 上記制限手段は、上記吸気絞り弁における上記目標開度が第一開度以下のときは上記 EGR バルブを全開に固定し、その目標開度が第一開度より大きく第二開度以下のときは上記 EGR バルブを全開から目標開度の増大につれ閉側となる開度まで作動可能とし、その目標開度が第二開度より大きいときは上記 EGR バルブを全開から全閉まで作動可能とするよう、制限を行い、且つ、上記 EGR 弁における上記目標開度が第三開度以下のときは上記吸気絞り弁を全開に固定し、その目標開度が第三開度より大きく第四開度以下のときは上記吸気絞り弁を全開から目標開度の増大につれ閉側となる開度まで作動可能とし、その目標開度が第四開度より大きいときは上記吸気絞り弁を全開から全閉まで作動可能とするよう、制限を行う請求項 3 又は 4 記載の内燃機関の EGR 制御装置。

【請求項 6】 上記 EGR 量の値が、上記吸気通路に吸入される吸入空気量の値で代用され、実際の吸入空気量を検出するため上記吸気通路に吸入空気量検出手段が設けられると共に、上記フィードバック制御手段が、実際の吸入空気量と目標となる吸入空気量との偏差に基づいて上記 EGR バルブと上記吸気絞り弁との目標開度を決定する請求項 1 乃至 5 いずれかに記載の内燃機関の EGR 制御装置。

【請求項 7】 上記 EGR バルブと上記吸気絞り弁とがデューティ制御され、上記 EGR バルブと上記吸気絞り

弁との開度がこれらに与えられるデューティ信号のデューティの値で代用される請求項 1 乃至 6 いずれかに記載の内燃機関の EGR 制御装置。

【請求項 8】 エンジンの吸気通路と排気通路とを連通する EGR 通路に設けられた EGR バルブと、上記吸気通路に設けられた吸気絞り弁及びエアマスセンサと、該エアマスセンサによって検出された実際のエアマス量が、エンジン運転状態に応じて予め定められた目標エアマス量に近づくよう、上記 EGR バルブと上記吸気絞り弁とをフィードバック制御するフィードバック制御手段と、上記 EGR バルブと上記吸気絞り弁との一方に与えられ得るデューティの範囲を、上記フィードバックによって得られた他方に対する目標デューティにより互いに制限し合い、且つ、上記 EGR バルブと上記吸気絞り弁との双方が全開側となる所定領域において、双方の弁開度が所定範囲内で可変となるよう制限を行う弁開度制限手段とを備えたことを特徴とする内燃機関の EGR 制御装置。

【請求項 9】 エンジンの吸排気通路を連通する EGR 通路に設けられた EGR バルブと、上記吸気通路に設けられた吸気絞り弁とを、実際の EGR 量がエンジン運転状態に応じた目標となる EGR 量に近づくよう、双方フィードバック制御する内燃機関の EGR 制御方法において、上記 EGR バルブと上記吸気絞り弁との一方の作動可能な開度範囲を、上記フィードバックによって得られた他方の目標開度に応じて互いに制限し合うようにしたことを特徴とする内燃機関の EGR 制御方法。

【請求項 10】 上記目標となる EGR 量が所定範囲にあるとき、上記 EGR バルブと上記吸気絞り弁との双方の開度が所定範囲内で可変である請求項 9 記載の内燃機関の EGR 制御方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は内燃機関の EGR（排ガス再循環）制御装置に係り、特に EGR バルブと吸気絞り弁との双方により EGR 量（又は EGR 率、以下同様）を制御するものに関する。

**【0002】**

【従来の技術】 一般にディーゼルエンジンにおける EGR 制御では、実際の EGR 量がエンジン運転状態に応じた目標 EGR 量となるように EGR バルブの開度を制御し、EGR 量をコントロールしている。そして EGR バルブを全開にしてもなお EGR 量が足りないような場合には、吸気絞り弁を追加して設け、その足りない領域（主としてエンジンの低負荷領域）において吸気絞りを実行し、EGR 量をさらに増大させている。

【0003】 なお、EGR 量の値を制御に用いず、その代用値として吸入空気量（新気量）の値を用いることも一般的に行われている。即ち、シリンダ内に吸入される総吸気量は、新気からなる吸入空気量と、EGR ガス量

(EGR量)との和であり、筒内総吸気量は吸気圧(例えばブースト圧)等が定まればほぼ一定であるので、吸入空気量を制御することでEGR量を制御できる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、EGRバルブと吸気絞り弁との両方を、目標EGR量(又は目標吸入空気量)に合わせるようにしてフィードバック制御すると、両方が相関性、協調性なく制御されてしまい、互いに勝手な動作をしてしまつて制御が上手くいかない。即ち、一つの目標値に対して両方の開度が一義的に決まらず、例えば両方が同時に閉じてしまうなど、意図した制御と異なる制御が発生する。よって一方をフィードバック制御、他方をオープンループ制御にする必要があると考えられている。

【0005】図8及び図9に従来の制御の一例を示す。ここではEGRバルブをフィードバック制御し、吸気絞り弁をオープンループ制御する例を示す。EGR量の値は、吸入空気(新気)の質量即ちエアマス量の値で代用される。EGRバルブと吸気絞り弁とはデューティ制御され、与えられるデューティ信号のデューティ(デューティ値)に応じて開度が変化する。図8がEGRバルブの制御、図9が吸気絞り弁の制御である。

【0006】図8に示すように、まず実際のエンジン回転数 $N_e$ と燃料噴射量 $Q$ とエアマス量 $G_a$ とを読込み(ステップ801)、このうちエンジン回転数 $N_e$ と燃料噴射量 $Q$ とに基づいてマップM81に従い目標エアマス量 $G_{at}$ を算出する(ステップ802)。このマップM81はエンジン回転数 $N_e$ 及び燃料噴射量 $Q$ と空燃比 $A/F$ との関係を予め定めたもので、得られた空燃比 $A/F$ から目標エアマス量が算出される。次いでこの目標エアマス量 $G_{at}$ と、エアマスセンサによって検出された実エアマス量 $G_a$ との偏差 $\Delta G_a = G_{at} - G_a$ を算出し(ステップ803)、この偏差 $\Delta G_a$ に基づきマップから比例ゲイン $G_P$ 及び積分ゲイン $G_I$ を算出する(ステップ804)。図には比例ゲイン $G_P$ の算出マップM82のみが示され、これによれば偏差 $\Delta G_a$ の増大につれ高い比例ゲイン $G_P$ が段階的に与えられる。次に、比例ゲイン $G_P$ 及び積分ゲイン $G_I$ を用いて式 $D = C(G_P + G_I)$ によりEGRバルブに与えるデューティ $D$ を算出する(ステップ805)。 $C$ は所定の定数である。このフローを所定時間毎に繰り返すことで常に実際のエアマス量が目標エアマス量に近づき、結果的に実際のEGR量が目標EGR量に近づくようになる。

【0007】図9に示す吸気絞り弁の制御では、実際のエンジン回転数 $N_e$ と燃料噴射量 $Q$ とを讀込み(ステップ901)、これらに基づいてマップM91から吸気絞り弁に与える目標バルブデューティ $D$ を算出する(ステップ902)。この目標バルブデューティ $D$ はエンジン回転数 $N_e$ 又は燃料噴射量 $Q$ が増加するほど開放側に大きな値をとる。このように吸気絞り弁に与えるデューテ

ィは実際の値を考慮することなく決定される。

【0008】しかし、このようにEGRバルブのみをフィードバック制御し、吸気絞り弁をオープンループ制御にすると、エンジンの低負荷領域において吸気絞り弁のみによるEGR制御が行われているとき、特に過渡運転時において、吸気絞り弁の追従性が悪く、制御性が劣ってしまう。即ち、実際のエアマス量をフィードバックしないので、目標値と実際値との間にズレが生じてしまう。

【0009】よって、両者をフィードバック制御するのが好ましいが、単にこうするだけでは、上述のような両者の相関性の無い制御による制御性悪化が問題となる。

【0010】この問題を解消するため、従来、両者をフィードバック制御すると共に、EGRバルブがほぼ全開になったらEGRバルブの制御を停止し(EGRバルブOFF)、吸気絞り弁による制御に切り換える(吸気絞り弁ON)という技術がある。しかし、このような単なる切り換えでは、吸気絞り弁による制御に切り換わった瞬間、吸気絞り弁が急激に動き出し、切り換えによるトルクショックが発生するという問題がある。

【0011】そこで、以上の問題に鑑みて本発明は創案され、その目的は、EGR制御に関してEGRバルブと吸気絞り弁との双方をフィードバック制御する場合において、良好な制御性を確保すると共に、一方の制御から他方の制御に切り換わったときの切換えショックを防止することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、エンジンの吸気通路と排気通路とを連通するEGR通路に設けられたEGRバルブと、上記吸気通路に設けられた吸気絞り弁と、実際のEGR量がエンジン運転状態に応じた目標となるEGR量に近づくよう、上記EGRバルブと上記吸気絞り弁とをフィードバック制御するフィードバック制御手段と、上記目標となるEGR量に応じて、上記EGRバルブと上記吸気絞り弁との作動可能な開度範囲をそれぞれ制限する制限手段とを備えた内燃機関のEGR制御装置である。

【0013】請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、上記制限手段が、上記目標となるEGR量が所定範囲にあるとき、上記EGRバルブと上記吸気絞り弁との双方の開度が所定開度範囲内で可変となるよう制限を行うものである。

【0014】請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載の発明において、上記制限手段が、上記EGRバルブと上記吸気絞り弁との一方の作動可能な開度範囲を、上記フィードバックによって得られた他方の目標開度に応じて互いに制限し合うものである。

【0015】請求項4記載の発明は、請求項3記載の発明において、上記制限手段が、上記EGRバルブと上記吸気絞り弁との双方の作動可能な開度範囲を所定のマッ

ブに従って決定するものである。

【0016】請求項5記載の発明は、請求項3又は4記載の発明において、上記制限手段が、上記吸気絞り弁における上記目標開度が第一開度以下のときは上記EGRバルブを全開に固定し、その目標開度が第一開度より大きく第二開度以下のときは上記EGRバルブを全開から目標開度の増大につれ閉側となる開度まで作動可能とし、その目標開度が第二開度より大きいときは上記EGRバルブを全開から全閉まで作動可能とするよう、制限を行い、且つ、上記EGR弁における上記目標開度が第三開度以下のときは上記吸気絞り弁を全開に固定し、その目標開度が第三開度より大きく第四開度以下のときは上記吸気絞り弁を全開から目標開度の増大につれ閉側となる開度まで作動可能とし、その目標開度が第四開度より大きいときは上記吸気絞り弁を全開から全閉まで作動可能とするよう、制限を行うものである。

【0017】請求項6記載の発明は、請求項1乃至5いずれかに記載の発明において、上記EGR量の値が、上記吸気通路に吸入される吸入空気量の値で代用され、実際の吸入空気量を検出するため上記吸気通路に吸入空気量検出手段が設けられると共に、上記フィードバック制御手段が、実際の吸入空気量と目標となる吸入空気量との偏差に基づいて上記EGRバルブと上記吸気絞り弁との目標開度を決定するものである。

【0018】請求項7記載の発明は、請求項1乃至6いずれかに記載の発明において、上記EGRバルブと上記吸気絞り弁とがデューティ制御され、上記EGRバルブと上記吸気絞り弁との開度がこれらに与えられるデューティ信号のデューティの値で代用されるものである。

【0019】請求項8記載の発明は、エンジンの吸気通路と排気通路とを連通するEGR通路に設けられたEGRバルブと、上記吸気通路に設けられた吸気絞り弁及びエアマスセンサと、エアマスセンサによって検出された実際のエアマス量が、エンジン運転状態に応じて予め定められた目標エアマス量に近づくよう、上記EGRバルブと上記吸気絞り弁とをフィードバック制御するフィードバック制御手段と、上記EGRバルブと上記吸気絞り弁との一方に与えられ得るデューティの範囲を、上記フィードバックによって得られた他方に対する目標デューティにより互いに制限し合い、且つ、上記EGRバルブと上記吸気絞り弁との双方が全開側となる所定領域において、双方の弁開度が所定範囲内で可変となるよう制限を行う弁開度制限手段とを備えたものである。

【0020】請求項9記載の発明は、エンジンの吸排気通路を連通するEGR通路に設けられたEGRバルブと、上記吸気通路に設けられた吸気絞り弁とを、実際のEGR量がエンジン運転状態に応じた目標となるEGR量に近づくよう、双方フィードバック制御する内燃機関のEGR制御方法において、上記EGRバルブと上記吸気絞り弁との一方の作動可能な開度範囲を、上記フィー

ドバックによって得られた他方の目標開度に応じて互いに制限し合うようにした内燃機関のEGR制御方法である。

【0021】請求項10記載の発明は、請求項9記載の発明において、上記目標となるEGR量が所定範囲にあるとき、上記EGRバルブと上記吸気絞り弁との双方の開度が所定範囲内で可変であるものである。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態を添付図面に基づいて詳述する。

【0023】図1に本実施形態に係る内燃機関を示す。内燃機関はディーゼルエンジンであり、特に本実施形態ではコモンレール式燃料噴射装置を備えたコモンレール式ディーゼルエンジンである。このエンジンは車両用として設計されている。

【0024】1がエンジン本体で、これはシリンダ(筒)2、シリンダヘッド3、ピストン4、吸気ポート5、排気ポート6、吸気弁7、排気弁8、燃料噴射弁としてのインジェクタ9等から構成される。シリンダ2内に燃焼室10が形成され、燃焼室10内にインジェクタ9から燃料が噴射される。ピストン4の頂部にキャビティ11が形成され、キャビティ11は燃焼室10の一部をなす。キャビティ11は底部中央が隆起したりエントラント型燃焼室の形態をなす。インジェクタ9から噴射される燃料は常にキャビティ11内に到達する。インジェクタ9はシリンダ2と略同軸に位置され、複数の噴孔から同時に放射状に燃料を噴射する。各燃料噴霧Lとシリンダ中心Cとのなす角は常に一定である。

【0025】吸気ポート5は吸気管12に、排気ポート6は排気管13にそれぞれ接続される。吸気ポート5と吸気管12とが吸気通路をなし、排気ポート6と排気管13とが排気通路をなす。またこのエンジンにはターボチャージャ14が設けられ、排気エネルギーを利用して吸気を過給するようになっている。15がタービン、16がコンプレッサである。コンプレッサ16の上流側に、吸気通路に実際に吸入される吸入空気量(新気量)を検出するための吸入空気量検出手段が設けられる。吸入空気量検出手段はここでは吸入空気の状態を検出するためのエアマスセンサ17からなっている。エアマスセンサ17の上流側にエアクリーナ28が設けられる。コンプレッサ16の下流側に吸気を冷却するためのインタクーラ18が設けられる。このように本実施形態は過給式エンジンであるが、本発明はターボチャージャの無い自然吸気エンジンにも有効である。

【0026】このエンジンにはEGR装置19も具備される。EGR装置19は、吸気管12と排気管13とを連通するEGR管20(これがEGR通路をなす)と、EGR管20の途中に設けられEGR量を調節するためのEGRバルブ21と、EGRバルブ21の上流側にてEGRガスを冷却するEGRクーラ22とを備える。ま

た吸気管12におけるEGR管20との接続部の上流側に、吸気を適宜絞るための吸気絞り弁23が設けられる。

【0027】インジェクタ9はコモンレール24に接続され、そのコモンレール24に貯留された噴射圧力相当の高圧燃料(20~200MPa)がインジェクタ9に常時供給されている。コモンレール24には高圧ポンプ25により加圧圧送された燃料が随時供給される。

【0028】このエンジンを電子制御するため電子制御ユニット(以下ECUという)26が設けられる。ECU26は各種センサ類から実際のエンジン運転状態を検出し、このエンジン運転状態に基づきインジェクタ9、EGRバルブ21、吸気絞り弁23、及び高圧ポンプ25からの燃料圧送量を調節する調量弁(図示せず)等を制御する。前記センサ類としては前記エアマスセンサ17の他、アクセル開度センサ、エンジン回転センサ、コモンレール圧センサ(いずれも図示せず)等が含まれ、実際の吸入空気量、アクセル開度、エンジン回転速度(回転数)、エンジンのクランク角、コモンレール圧等がECU26により検知されるようになっている。

【0029】インジェクタ9は、ECU26によりON/OFFされる電磁ソレノイドを有し、電磁ソレノイドがONのとき開状態となって燃料を噴射すると共に、電磁ソレノイドがOFFのとき閉状態となって燃料噴射を停止する。ECU26は、主にエンジン回転速度とアクセル開度とから目標燃料噴射量と目標燃料噴射タイミング(時期)とを決定し、実際にそのタイミングが到来したと同時に、目標燃料噴射量に応じた時間だけ電磁ソレノイドをONする。目標燃料噴射量が多いほどON時間は長期である。

【0030】またECU26は、エンジンの運転状態に応じて目標コモンレール圧を決定し、実際のコモンレール圧が目標コモンレール圧に近づくようコモンレール圧をフィードバック制御する。

【0031】さらにECU26は、EGRバルブ21と吸気絞り弁23とをエアマス量に基づきフィードバック制御する。ここでフィードバックはEGR量に基づき行っても良いが、EGR量の実測が困難でエアマス量の実測の方が容易であるなどの理由から、EGR量の代用値としてエアマス量を用いている。このフィードバック制御方法については後述する。またECU26は、EGRバルブ21と吸気絞り弁23とをデューティ制御する。EGRバルブ21と吸気絞り弁23とには、それら弁体を開閉駆動する電気アクチュエータ29、30が設けられ、電気アクチュエータ29、30に与えられるデューティ(ONデューティ値)に応じて、EGRバルブ21と吸気絞り弁23との開度が変化される。EGRバルブ21と吸気絞り弁23とには、それらの実際の弁開度を検出するための開度センサ31、32とが設けられ、これら開度信号がECU26に与えられ、ECU26側で

両バルブの開度を認識し得るようになっている。

【0032】次に、このエンジンにおけるEGR制御方法を説明する。

【0033】図2は本装置が目標とするEGR制御の内容を示したものである。横軸には吸入空気量(新気量)がとっており、これはフィードバックに使用する目標エアマス量と考えて差し支えない。右側にいくほど吸入空気量は増大側であり、逆に左側にいくほど吸入空気量が減少側なので、EGR量は増大側である。なお、実際のエンジン運転上は右側にいくほど高負荷側と考えて差し支えない。

【0034】縦軸は、上段がEGRバルブ開度、下段が吸気絞り弁(IT)開度である。ここでEGRバルブ21は与えられるデューティが大きくなるほど開度が大きくなり、逆に吸気絞り弁23は与えられるデューティが大きくなるほど開度が小さくなる。これはエンジン停止時、つまり両弁OFFのときに、始動性等を考慮してEGRバルブ21を全開、吸気絞り弁23を全開にしたいからである。

【0035】まず、破線で示される吸入空気量の所定値Ga1に対し、増大側の領域IではEGRバルブ21のみによるEGR制御が行われ、減少側の領域IIでは吸気絞り弁23のみによるEGR制御が行われる。領域Iはエンジンの低負荷領域と考えて差し支えない。領域Iでは、実線で示されるように、吸気絞り弁23を全開に保持して吸気抵抗を最小限に止める一方、吸入空気量が増加するにつれ徐々にEGRバルブ21を閉じていき、吸入空気量が一定以上増加したらEGRバルブ21を全閉にする。高負荷でのEGRは出力低下及びスモーク増大につながるからである。

【0036】逆に、EGRバルブ21を全開にしてもなおEGR量が足りない領域IIでは、EGRバルブ21を全開に保持する一方、吸入空気量の減少につれ徐々に吸気絞り弁23を閉じていく。領域IIでは一般にエンジンの低負荷領域であり、排気圧と吸気圧との差圧が大きく取れず、EGR通路に通路抵抗等も存在することから、EGRバルブ全開でも多くのEGR量を得られない。しかし上述のような吸気絞りを行うことによって、差圧を大きくすることができ、多くのEGR量を得られるようになる。

【0037】ここで、EGRバルブ21と吸気絞り弁23との双方をフィードバック制御し、且つ単に吸入空気量の所定値Ga1を境に一方をON、他方をOFFとする切換えを行うと、例えばEGRバルブ21の制御から吸気絞り弁23の制御に切り換わった瞬間、吸気絞り弁23が急激に動き出し、切換えショックが発生してしまう。これは、低回転低負荷時等吸入空気量が少ない場合に、制御が吸気絞りに移行したとき、吸気絞り弁23を全開から閉じていても吸入空気量に変化がない不感帯が存在するので、この間に比例ゲインと積分ゲインとの

値が急に大きくなり、いきなり吸気を絞ろうとする制御が発生することに起因する。また逆方向に切り換わった場合も同様の問題が発生する。

【0038】そこで、本装置では、EGRバルブ21と吸気絞り弁23との作動可能な開度範囲を、吸入空気量に応じて制限するようにした。即ち、それぞれの実際のバルブ（弁）開度が、制御上必要な値即ち一点鎖線の枠内の値しかとり得ないように、制御上のリミットをかけるものである。

【0039】こうすると例えば、領域ⅠでEGRバルブ21によるフィードバック制御の最中にも、吸気絞り弁23はフィードバック制御されており、吸気絞り弁23の目標開度（より具体的には後述する目標デューティ）は絶えず計算されている。ただ制御上のリミットにより、実際の開度が全開に固定されているだけである。これにより、EGRバルブ21による制御から吸気絞り弁23による制御に切り換わった（移行した）際、吸気絞り弁23は既に計算された最適な目標開度から作動を開始するので、切換えによるショックが防止できる。

【0040】さらに、図3に示すように、本装置では以下の方法によりさらに切換えショックを無くすようにしている。即ち、図2の例は一つの吸入空気量の値Ga1を境に制御を切り換え、一方の弁開度が徐々に大きくなって全開になったら、他方の弁に制御を切り換えるものである。これに対し、本図示例の場合、吸入空気量が切換点付近の所定範囲Xにあるとき、両方の弁開度を制限の範囲内で一定範囲可変とし、一方の弁開度が徐々に大きくなって全開になる前に、他方の弁による制御を許容するものである。つまり範囲X内では、両方の弁がリミットの範囲内で、フィードバック制御により得られた目標値に応じて自由に作動し得るのである。なお図3のグラフは図2の上下のグラフを重ね合わせ、EGRバルブ21のグラフを左に或いは吸気絞り弁23のグラフを右に移動させ、両方の弁開度が変化し得るオーバーラップ領域Xを設けたようになっている。

【0041】このように双方の開度が可変となる領域を設けると、双方の弁が意図しない動きではあるが自由に動けるようになり、EGRバルブ21又は吸気絞り弁23への制御の移行がスムーズになり、切換えショックをさらに防止することができる。また、お互いに影響のない領域Xでは双方の弁を自由に作動させ、一方の弁側に運転状態が移行したときに他方の弁を徐々に規制していくことで、EGRバルブ21に加え吸気絞り弁23も問題なくフィードバック制御することが可能となる。

【0042】ここで、上記のような制限は、実際の制御では予め作成したマップに従って行うことになる。このマップ作成に関し、目標となる吸入空気量即ち目標エアマス量に対して、それぞれの弁開度の可変範囲（又は制限範囲）を決める方法がある。しかし、これだと両方の弁に対してキャリブレーションを行わなければならない手

間が掛かると共に、両者を整合する必要性も生じてくる。そこで、本実施形態では、一方の弁の作動可能な開度範囲を他方の弁の開度に対して決めるようにした。即ち、一方の弁の作動可能な開度範囲を、他方の弁の開度に応じて互いに制限し合うのである。これによりキャリブレーションの手間を大いに省略することが可能になる。例えば、EGRバルブ21の開度が徐々に大きくなって全開手前の一定値に達したら、吸気絞り弁23の可変開度を全開固定から少範囲だけ許容するが如きである。

【0043】図4は、以上の考え方に基づいて作成されたマップである。このマップでは、EGRバルブ21及び吸気絞り弁23の開度の代用値としてこれらバルブに与えられるデューティを用いている。前述したように、EGRバルブ21はデューティ大ほど開、逆に吸気絞り弁23はデューティ大ほど閉である。

【0044】（a）図は、両バルブに対する開度範囲制限マップを併記したもので、（b）図、（c）図は（a）図のマップをバルブ毎に分解したものである。

（b）図がEGRバルブ21に対するもの、（c）図が吸気絞り弁23に対するものである。（a）図においては①がEGRバルブ21に対するもの、②が吸気絞り弁23に対するものである。

【0045】（a）図①及び（b）図に示されるように、EGRバルブ21の開度範囲制限マップについては、横軸に吸気絞り弁23に対するデューティ（ITデューティ）がとっており、縦軸にEGRバルブ21に対するデューティ（EGRバルブデューティ）がとっている。そしてEGRバルブデューティは、それぞれのITデューティに対し、図中ハッチングで示される範囲の値しかとることができない。逆にいえばそれ以外の範囲の値をとることが制限される。これによりEGRバルブ21の作動可能な開度範囲は吸気絞り弁23の開度に応じて制限されることになる。

【0046】ITデューティ40%（本発明の第一開度に相当）以上に吸気絞り弁23が閉じると、EGRバルブデューティは100%即ち全開値のみに制限される。これは図3において、A点がITデューティ40%であることに対応する。逆に、ITデューティが40%から30%（本発明の第二開度に相当）に向かう段階では、徐々に制限が緩和され、とり得るEGRバルブデューティの範囲が比例的に増大していき、EGRバルブ21は全開からITデューティによって定まる所定開度まで閉じることができる。ITデューティ30%以下ではEGRバルブデューティは100%から0%までの値をとることができ、EGRバルブ21は開度範囲制限がなくなって全開から全開まで自由に動けるようになる。

【0047】（a）図②及び（c）図に示されるように、吸気絞り弁23の開度範囲制限マップについては、横軸にEGRバルブデューティがとっており、縦軸にI



Tデューティがとってある。そしてITデューティはそれぞれのEGRバルブデューティに対し図中ハッチングで示される範囲の値しかとることができない。よってこのマップから吸気絞り弁23の作動可能な開度範囲はEGRバルブ21の開度に応じて制限されることになる。

【0048】EGRバルブデューティ60%（本発明の第三開度に相当）以下にEGRバルブ21が閉じると、ITデューティは0～数%の全開相当の値に制限される。これは図3において、B点がEGRバルブデューティ60%であることに対応する。逆に、EGRバルブデューティが60%から90%（本発明の第四開度に相当）に向かう段階では、徐々に制限が緩和されとり得るITデューティの範囲が比例的に増大していき、吸気絞り弁23は全開からEGRバルブデューティによって定まる所定開度まで閉じることができる。EGRバルブデューティ90%以上ではITデューティは0%から100%付近（95%）までの値をとることができ、吸気絞り弁23は開度範囲制限がなくなって全開から全閉まで自由に動けるようになる。

【0049】次に、より具体的なEGR制御の内容を図5のフローチャートに基づき説明する。このフローはECU26により所定時間（数10ms）毎に繰り返し実行される。ここではEGRバルブ21と吸気絞り弁23との両方がエアマスフィードバック制御され、ステップ501～504及び554までは図8に示した従来同様のエアマスフィードバック制御を両弁に対して行う。

【0050】即ち、最初に実際のエンジン回転数 $N_e$ と燃料噴射量 $Q$ とエアマス量 $G_a$ との値をECU26に読込む（ステップ501）。エンジン回転数 $N_e$ はエンジン回転センサの出力に基づきECU26が計算した値であり、燃料噴射量 $Q$ はECU26が計算した目標燃料噴射量の値である。エアマス量（実エアマス量） $G_a$ は、エアマスセンサ17の出力に基づきECU26が算出した値である。次に、エンジン回転数 $N_e$ と燃料噴射量 $Q$ とに基づいてマップM51に従い目標エアマス量 $G_{at}$ を決定する（ステップ502）。このマップM51は図8のマップM81同様、エンジン回転数 $N_e$ 及び燃料噴射量 $Q$ から空燃比 $A/F$ を算出するもので、これによって得られた空燃比 $A/F$ からECU26が目標エアマス量 $G_{at}$ を算出する。

【0051】この目標エアマス量 $G_{at}$ と実エアマス量 $G_a$ との偏差 $\Delta G_a$ を式 $\Delta G_a = G_{at} - G_a$ により算出する（ステップ503）。この後ステップがEGRバルブ21側と吸気絞り弁23側とに分かれ、エアマス量偏差 $\Delta G_a$ に基づき、EGRバルブ21と吸気絞り弁23とに対するデューティ $D_{e0}$ 、 $D_{i0}$ をそれぞれ算出する（ステップ504、554）。このステップでは、図8のステップ804、805で行われる操作を両弁に対して実行する。即ち、図8のマップM82同様のマッ

プから比例ゲイン $GP$ 及び積分ゲイン $GI$ を算出し、これら比例ゲイン $GP$ 及び積分ゲイン $GI$ を用いて式 $D = C(GP + GI)$ により両弁に対するデューティ $D_{e0}$ 、 $D_{i0}$ を算出する。これによりフィードバックの結果としての目標デューティ $D_{e0}$ 、 $D_{i0}$ が決定する。ただしこれらは両弁に出力する最終目標値ではなく仮の値である。これらの値をフィードバックデューティと称することにする。

【0052】次に、EGRバルブ側のフィードバックデューティ $D_{e0}$ に基づき、ITデューティのとり得る最大値 $D_{ix}$ 及び最小値 $D_{in}$ をマップM52、M53に従って決定する（ステップ505、506）。ここでマップM52、M53は、図4(c)のマップのそれぞれ最大値及び最小値のみを抽出したものである。これによりITデューティのとり得る範囲が決定され、逆にいえばその範囲に制限されることになる。以上と並行して、吸気絞り弁側でも同様に、吸気絞り弁側のフィードバックデューティ $D_{i0}$ に基づき、EGRバルブデューティのとり得る最大値 $D_{ex}$ 及び最小値 $D_{en}$ をマップM54、M55に従って決定する（ステップ555、556）。マップM54、M55は、図4(b)のマップのそれぞれ最大値及び最小値のみを抽出したものである。これによりEGRバルブデューティもとり得る範囲が決定され、逆にいえばその範囲に制限されることになる。

【0053】次に、EGRバルブ側においては、フィードバックデューティ $D_{e0}$ と、既に決定されたEGRバルブデューティの最大値 $D_{ex}$ とを比較する（ステップ507）。 $D_{e0} > D_{ex}$ なら $D_e = D_{ex}$ とし（ステップ508）、 $D_{e0} \leq D_{ex}$ なら $D_e = D_{e0}$ とする（ステップ509）。 $D_e$ はEGRバルブ21に出力する最終値を意味するが、ここではまだ最終値は決まらず上限が決定されただけである。引き続き今度は、この $D_e$ と既に決定されたEGRバルブデューティの最小値 $D_{en}$ とを比較する（ステップ510）。 $D_e > D_{en}$ なら $D_e = D_e$ とし（ステップ511）、 $D_e \leq D_{en}$ なら $D_e = D_{en}$ とする（ステップ512）。これでEGRバルブデューティの下限が決定し、最終目標値 $D_e$ が確定するので、この最終目標値 $D_e$ のデューティをEGRバルブ21に出力することで、上記の如きEGRバルブ21の制御が可能になる。

【0054】他方、吸気絞り弁側においても同様の操作を行う。まずフィードバックデューティ $D_{i0}$ と、既に決定されたITデューティの最大値 $D_{ix}$ とを比較する（ステップ557）。 $D_{i0} > D_{ix}$ なら $D_i = D_{ix}$ とし（ステップ558）、 $D_{i0} \leq D_{ix}$ なら $D_i = D_{i0}$ とする（ステップ559）。次にこの $D_i$ と既に決定されたITデューティの最小値 $D_{in}$ とを比較する（ステップ560）。 $D_i > D_{in}$ なら $D_i = D_i$ とし（ステップ561）、 $D_i \leq D_{in}$ なら $D_i = D_{in}$ とする（ステップ562）。これでITデューティの下限



が決定し、最終目標値 $D_i$ が確定するので、この最終目標値 $D_i$ のデューティを吸気絞り弁23に出力することで、上記の如き吸気絞り弁23の制御が可能になる。

【0055】次に、この制御について効果を確認した結果を図6、図7に示す。図6は従来の制御、即ちEGRバルブのみをフィードバック制御し、吸気絞り弁をオープンループ制御した例であり、図7は本制御を行った例である。いずれも実機から得られた試験結果であり、グラフ上にはエンジン回転数の値と、エアマス量の目標値及び実測値とが示されている。図6に示されるように、従来はエアマス量の目標値に対して実測値の追従性が悪く、両者にズレが生じていた。しかし図7に示されるように、本制御によればエアマス量の目標値に対し実測値がほぼ完全に追従しており、両者のズレは殆ど無くなった。これにより本制御が優れるものであることが確認された。

【0056】このように、本装置においては、目標となるEGR量（本実施形態ではその代用値としての目標エアマス量）に応じて、EGRバルブと吸気絞り弁との作動可能な開度範囲をそれぞれ制限するので、両弁に対し互いに相関性のある制御が可能になり、良好な制御性を確保できると共に、EGRバルブ側から吸気絞り弁側に又はその逆側に制御が切り換わったときにも、スムーズな切換えが可能となり、切換えショックを防止することができる。

【0057】また、EGRバルブと吸気絞り弁との一方の作動可能な開度範囲を、他方の開度に応じて互いに制限し合うので、目標となるEGR量に対しての両弁へのキャリブレーションが不要となり、キャリブレーション及びマップ作成の手間が大いに省略できる。

【0058】さらに、目標となるEGR量が所定範囲、即ちそれぞれの弁制御の切換点付近にあるとき、両弁の開度が所定範囲内で可変となるよう制限を掛け、逆にいえばその制限の範囲内で両弁が自由に作動できるようにしたので、切換えがさらにスムーズになって切換えショックを一層防止することができる。

【0059】なお、本実施形態ではECU26が本発明のフィードバック制御手段、制限手段及び弁開度制限手段を構成し、図5のフローチャートにおいては、ステップ501～504及び554を実行する部分がフィードバック制御手段、その他のステップを実行する部分が制限手段及び弁開度制限手段となる。

【0060】本発明の実施の形態は他にも様々なものが可能である。例えば本実施形態ではEGR量の代用値としてエアマス量を、弁開度の代用値としてデューティを用いたが、EGR量及び弁開度の値を直接用いても良い。そして弁に与えるデューティを弁開度に対してフィードバックしているものにも本発明は有効である。さらに本発明は、リーンNO<sub>x</sub>触媒に対するリーン・リッチ

切換えやDPF再生のために吸気絞り弁を設けたエンジンに対しても有効である。

#### 【0061】

【発明の効果】以上要するに本発明によれば、EGR制御に関してEGRバルブと吸気絞り弁との双方をフィードバック制御する場合において、良好な制御性を確保すると共に、一方の制御から他方の制御に切り換わったときの切換えショックを防止することができるという、優れた効果が発揮される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係るエンジンを示すシステム図である。

【図2】本装置による基本的なEGR制御の内容を示すグラフである。

【図3】本装置によるより具体的なEGR制御の内容を示すグラフである。

【図4】EGRバルブ及び吸気絞り弁の開度制限マップである。

【図5】本装置によるEGR制御の内容を示すフローチャートである。

【図6】EGR制御に関する効果確認の結果で、従来の例である。

【図7】EGR制御に関する効果確認の結果で、本実施形態の例である。

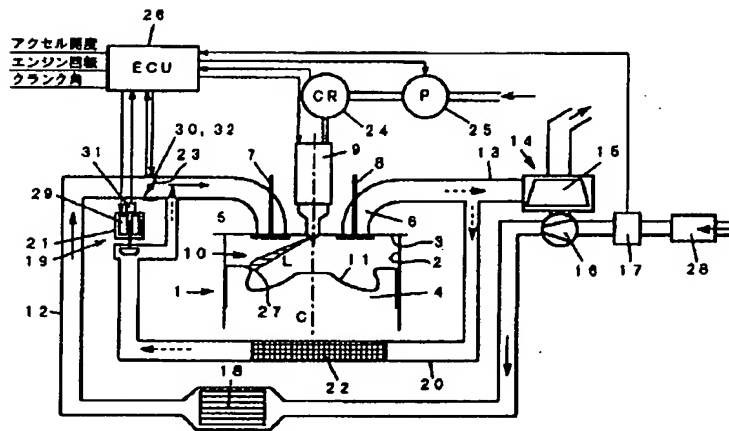
【図8】従来のEGRバルブフィードバック制御の内容を示すフローチャートである。

【図9】従来の吸気絞り弁オープンループ制御の内容を示すフローチャートである。

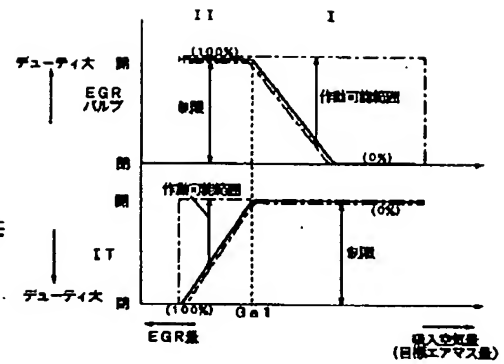
#### 【符号の説明】

- 1 エンジン本体
- 5 吸気ポート
- 6 排気ポート
- 12 吸気管
- 13 排気管
- 17 エアマスセンサ
- 19 EGR装置
- 20 EGR管
- 21 EGRバルブ
- 23 吸気絞り弁
- 26 電子制御ユニット（制御手段）
- 29, 30 電気アクチュエータ
- Ga 実エアマス量
- Gat 目標エアマス量
- ΔGa エアマス量偏差
- De0, Di0 フィードバックデューティ
- Di<sub>x</sub> 吸気絞り弁デューティ最大値
- Di<sub>n</sub> 吸気絞り弁デューティ最小値
- De<sub>x</sub> EGRバルブデューティ最大値
- De<sub>n</sub> EGRバルブデューティ最小値

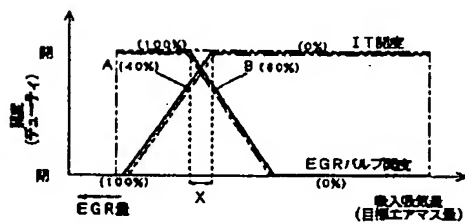
【図1】



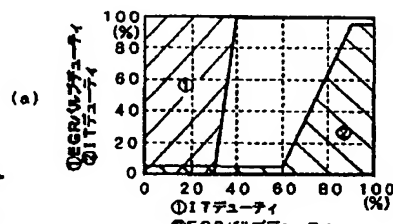
【図2】



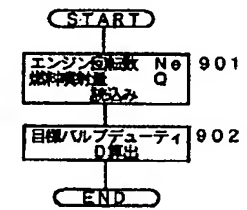
【図3】



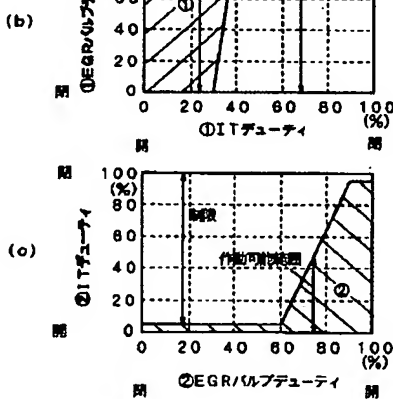
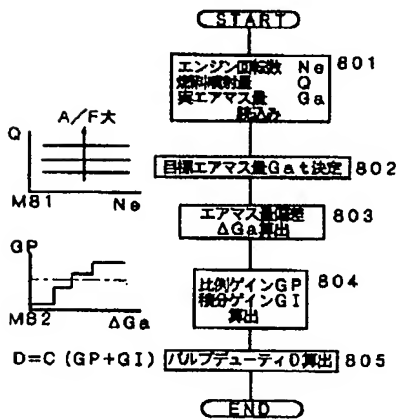
【図4】



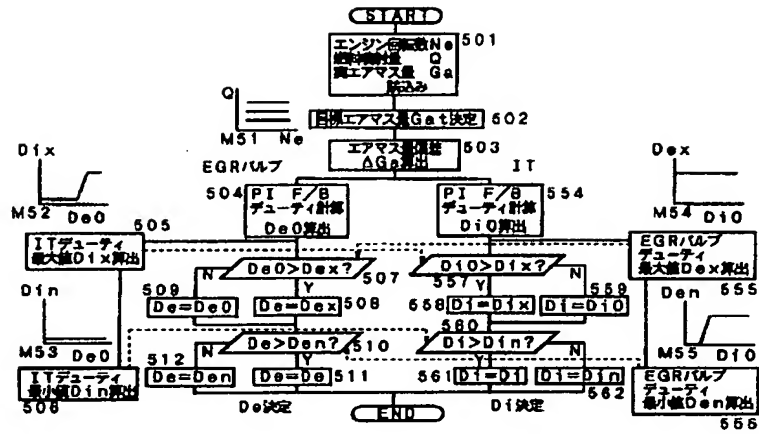
【図9】



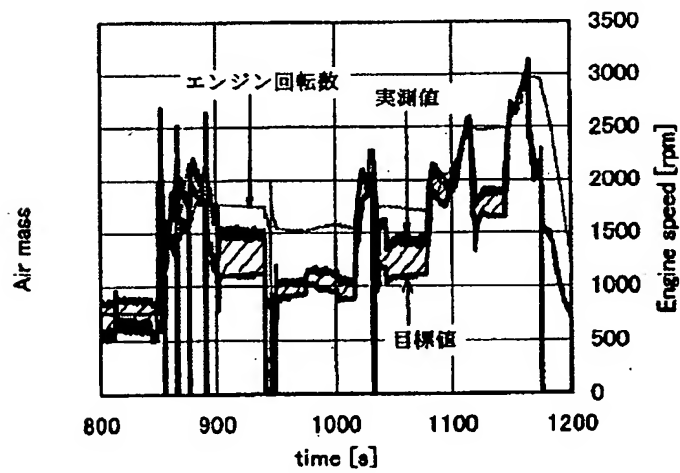
【図8】



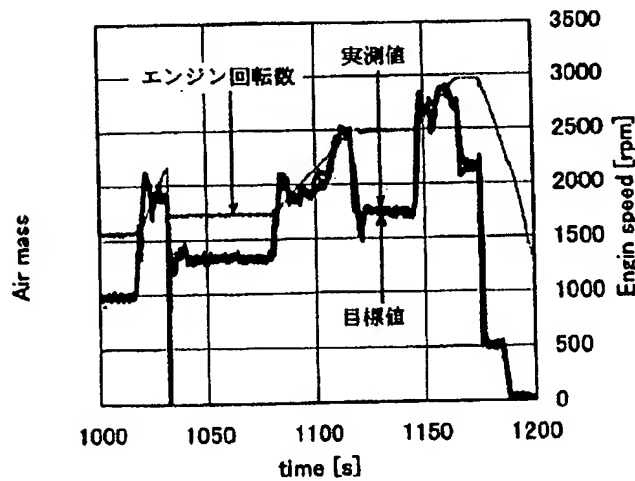
【図 5】



【図 6】



【図 7】



## フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	ターム (参考)
F 0 2 D 43/00	3 0 1	F 0 2 D 43/00	3 0 1 K
			3 0 1 N

Fターム (参考) 3G062 AA01 AA03 AA05 BA06 CA06  
 DA01 DA02 DA09 EA10 ED01  
 ED04 ED08 ED10 FA02 FA05  
 FA06 FA13 FA23 GA01 GA04  
 GA06 GA15 GA21  
 3G084 AA01 AA03 BA05 BA20 CA03  
 CA04 DA10 DA11 EA04 EA11  
 EB08 EB12 EC01 EC03 FA07  
 FA10 FA13 FA33 FA37 FA38  
 3G092 AA02 AA13 AA17 AA18 BA01  
 DB03 DC03 DC08 DG07 EA01  
 EA02 EB05 EC01 EC10 FA03  
 FA15 GA03 HA01X HA01Z  
 HA06X HA06Z HB01Z HB03Z  
 HD07X HD07Z HE01Z HE03Z  
 HF08Z  
 3G301 HA02 HA06 HA11 HA13 JA03  
 JA21 KA06 LA03 LB11 LB13  
 LC03 NA06 NA08 NB03 NB13  
 NC02 ND02 NE01 NE06 NE17  
 NE19 PA01A PA01Z PA11A  
 PA11Z PB03Z PB08Z PD15A  
 PD15Z PE01Z PE03Z PF03Z

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**